

SİVAS KENT İÇME SUYU ŞEBEKESİNDEKİ SU KAYIPLARI VE KAYIP ORANINI AZALTMA ÇALIŞMALARI

Can Bülent KARAKUŞ¹, Sayiter YILDIZ¹, Orhan CERİT²

¹Sivas Belediyesi SİBESKİ Müdürlüğü, SİVAS

²Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, SİVAS

ÖZET: Bu çalışmada, Sivas kent merkezinde yer alan Esentepe-Yunus Emre Mahalleleri pilot bölge çalışma alanı olarak seçilmiş ve çalışma alanında bulunan içme suyu şebekesindeki kayıp-kaçak oranları belirlenmiştir. Kayıp-kaçak arama çalışması kapsamında öncelikli olarak mahalle sınırları belirlenmiş, abone sarfiyatları tespit edilmiş ve kayıp-kaçak arama çalışmaları öncesinde eş zamanlı olarak debi ve basınç ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra çalışma alanında su kaçağı arama ekipmanları ile kaçak arama çalışması yapılmış ve 7 adet şebeke arızası tespit edilmiştir. Tespit edilen ve su kaybına sebep olan bu arızalar tamir edildikten sonra eş zamanlı olarak debi ve basınç ölçümleri tekrar yapılmıştır. Kayıp-kaçak arama öncesinde ve sonrasındaki ölçüm sonuçları birlikte değerlendirilerek çalışma alanındaki kayıp-kaçak oranları belirlenmiştir. Sonuç olarak; kayıp-kaçak arama çalışmaları öncesinde çalışma alanında mevcut içme suyu şebekesindeki kayıp-kaçak oranı % 40,43 iken, yapılan çalışma sonunda kayıp-kaçak oranı % 27,22'ye düşürülmüş ve % 13,21'lik bir su kazancı elde edilmiştir. Ayrıca kent genelinde yapılan diğer çalışmalarla birlikte kayıp kaçak oranı son 5 yılda yaklaşık % 70'den % 30'a düşürülmüştür. Çalışma sonucunda pilot mahallelerde yapılan çalışmaların genele yayılması halinde oranın daha aşağılara düşeceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sivas, İçme Suyu, Su Şebeke Kayıpları, Su Tasarrufu.

The Studies of Water Loss and Reducing The Rate of Loss in Sivas City Potable Water Network

ABSTRACT: Esentepe-Yunus Emre Districts located at the city center of Sivas have been selected as pilot area within the scope of this study and water loss-leakage ratios of the existent potable water network in this pilot work area have been determined. Primarily, district boundaries have been established at first step of the systematic water loss-leak detection works. Subsequently subscriber consumptions have been obtained and simultaneous flow and pressure gauging has been carried out before the loss-leak detection works had started. Later on, leak detection works at the pilot area have been performed together with the leak detection equipments and 7 item of network defects have been located. Simultaneous flow and pressure gauging has been carried out again after these located defects causing water loss had been repaired. Conclusions obtained before and after the loss-leak detection works have been assessed as a whole and water loss-leakage ratios within the pilot work area have been determined. As a result, loss-leak ratio of 40.43 % within the existent potable water network before the loss-leak detection works has been decreased to the loss-leak ratio of 27.22 % in the end of the works done and a water benefit of 13.21 % has been enabled. Besides, loss-leak ratio of nearly 70 % has been decreased down to 30 % with the other works carried out throughout the city in the last 5 years. As a result of this study, it has been observed that this ratio would be reduced more in case the pilot works carried out in the districts were generalised throughout the city of Sivas.

Keywords: Sivas, Potable water, water network loss, water savings.

GİRİŞ

İçilebilir su kaynakları her geçen gün daha kıymetli olmaktadır. Günümüzde içilebilir su kaynaklarını bulmak ve su ihtiyacını sağlamak için büyük yatırımlar yapılmaktadır. Su temini gerek yüzey sularından gerekse yer altı sularından sağlanmış olsun, ilk yatırım maliyetleri ve işletme maliyetleri gerekmektedir. Belli bir maliyet ile ihtiyacı karşılamak için isale edilen suların bir kısmı henüz hatta kaybolmaktadır. Böylece bir yatırım yaparak yüzeye çıkartılan veya yüzeyden arıtılarak temin edilen su tekrar yeraltına verilmektedir.

Çeşitli tarihlerde yapılan araştırma sonuçlarına göre; ABD'nin Boston şehrinde % 33, İngiltere'de ülke genelinde % 24, Hindistan'da ülke genelinde %51, Taylan'dın başkenti Bankok'ta % 49, Almanya'nın Münih şehrinde % 12 oranında su kaçakları bulunmuştur. Türkiye'de ülke genelinde % 45 oranında su kaçağı olduğu tahmin edilmektedir (Şendil, 1999a).

Su kaybının tarifi, açıklanmayan ve karşılığı alınmayan su, yani şebekeye verilen su miktarı ile abonelerin kullandığı su miktarı arasında kalan fark olarak yapılabilir. Su kayıpları borulardaki su kaçaklarından, izinsiz bağlantılardan ve hatalı kayıt yapan su sayaçlarından kaynaklanmaktadır. Su kaybını oluşturan bu üç etmenden biri olan su kaçakları borulardaki delik, çatlak ve yarıklardan, vanaların bağlantı yerlerinden ve binalardaki musluk sızıntılarından oluşmaktadır. Su dağıtım boruları genel olarak toprağın altına gömülü olduğundan borulardaki hasarlara bağlı su sızıntıları ve kaçaklarının belirlenmesi de çok zor olmaktadır (Şendil, 1999a).

Yukarıda sayılan üç ana etmenle birlikte, su kaçaklarını etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

1. Yüksek su basıncı,
2. Boru malzemesinin kalitesi, küçük boru çapı, bağlantı elemanlarındaki kötü işçilik,
3. Borunun yaşlanarak çürümesi,
4. Toprak özellikleri, çökme ve deprem,
5. Ağır trafik yükü veya yeraltında yetersiz koruma,
6. Bazı kamu hizmetleri dolayısıyla yapılan kazılardan borunun zarar görmesi,

7. Terk edilmiş bağlantılardan olan sızıntılar,

8. Sayaçların ve servis bağlantılarının dikkatsizce yapılmış olması,

olarak sayılabilir.

Yukarıdaki faktörlerden birisi olan yüksek basıncın rolü çok önemlidir. Yapılan bir araştırmada borudaki su basıncının 1.5 bardan 5.0 bara çıkması ile sızma oranı iki yada üç kat artmıştır (Şendil ve Al-Dhowalia, 1992). İçme suyu şebekesinde kaçakların kontrol edilmesi için en etkin ve en basit yollardan biri şebekedeki basıncın kontrol altında tutulmasıdır. Düşük basınç, özellikle plastik borularda hem boru kırılmalarını hem de su kaçağını azaltacaktır (Şendil, 1999b). Tesisatlardaki basıncın denetimi, ya da sabit veya istenilen sınırlar içerisinde tutulması amacıyla çeşitli kontrol cihazları kullanılabilir. Kendi kendine hareket eden ve çıkış basıncını istenen sınırlar arasında tutan vanalara otomatik basınç kontrol vanaları denilmektedir (Kavurmacioğlu ve Karadoğan, 1999). Bu vanaların kullanımı ile basınç düşümleri otomatik yapılarak kaçak azaltılabilmektedir.

Kaçak oranlarının artıran bir sebep de faturalanamayan sulardır. Olumsuz etkileri nedeniyle faturalanamayan su oranının azaltılması ve su dağıtımının su yönetimlerini tarafından kontrol altında tutulması gerekmektedir. Kaçak azaltma olarak da adlandırılan bu çalışmalar;

- Kaçak suyun görülmesi sonucu tespit ve onarım,
- Gece akışı metodu ile ölçüm yapma,
- Basınç ölçümü/ kaydı ve kontrolü,
- Ses (dinleme) ve korelasyon teknikleri,
- Bölge sayaçlarının okunması / karşılaştırılması,
- Matematik modeller kullanma,
- Regülasyon vanaları ile basınç ayarlama yöntemleri ile değişik şekillerde yapılabilir (Kabakçı ve Karadoğan, 1999).

Sivas Kenti İçme Suyu Hatları Mevcut Durumu

Sivas kenti içme suyu şebekesi yaklaşık 562 km uzunluğundadır. Nüfusun tamamı içme ve kullanma suyu ihtiyacını şehir şebekesinden karşılamaktadır. Şebekeyi oluşturan boruların çapları, cinsi ve şebeke içindeki payları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Sivas kenti su şebekesindeki boruların özellikleri, sistem içindeki payları.

Boru Cinsi	Boru Çapı (Ø) Aralığı	Toplam Uzunluğu (km)	Genel İçindeki %'si
AÇB (<i>Asbest Çimentolu Boru</i>)	110 – 630	269,363	47,94
PVC	110 – 350	216,957	38,62
PE (<i>Polietilen Boru</i>)	110 – 630	50,859	9,05
Çelik Boru	800 – 1200	11,226	2,00
CTP (<i>Cam Takviyeli Polyester Boru</i>)	1400	8,481	1,51
Pik Beton Boru	150 – 600	4,937	0,88
TOPLAM		561,823	

Kentin içme suyu şebekesinde en eski borular AÇB ve pik borulardır. Yeni döşenen hatlarda sadece PE ve küçük çaplarda PVC cinsi borular kullanılmaktadır. Ayrıca son yıllarda AÇB borularda meydana gelen arızalar arttığı için büyük çaplı boruların PE cinsi borularla yenilenmesi çalışmaları yapılmıştır.

Sivas kenti içmesuyu şebekesindeki kayıp kaçak oranı 2004 yılından 2009 yılı sonuna kadar yapılan çalışmalarla yaklaşık % 30 seviyelerine düşürülmüştür. 2004 yılında şehre verilen su miktarı yaklaşık olarak 1500 L/s ve kayıt altına alınan su miktarı ise 450 L/s olup, bu verilere göre 2004 yılında su kaçağı oranı yaklaşık olarak % 70'dir. 2009 yılı sonu itibarıyla şehre verilen su miktarı 850 L/s, kayıt altına alınan su miktarı ise 600 L/s'dir. 5 yılda yapılan çalışmalar neticesinde su kaçağı oranı % 70'den % 30'a indirilmiştir (Sibeski, 2009).

Çalışma Alanı

Sivas İç Anadolu bölgesinin en soğuk ilidir. Kış ayları dondurucu soğuk, yaz ayları sıcak ve kuraktır. Yaz mevsimi kısa sürelidir. Kış ve yaz mevsimleri arasında sıcaklık farkı büyük olduğu gibi gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı da büyüktür. Yazın 40°C 'ye kadar çıkabilen sıcaklıkların, kışın -33°C'ye kadar düştüğü görülür. Kıta iklimi karakterinde olan Sivas'ta yağışlar kış, ilkbahar ve sonbahar aylarına rastlar. Yıllık 420 mm. yağış ortalamasının % 22'si sonbahar, % 36'sı ilkbahar % 32'si kış ve % 10'u da yaz mevsimlerinde görülür. Kış mevsimi uzun sürer ve yağışlar genellikle kar halindedir. Nisan ve Mayıs aylarında yağış maksimum

düzeye ulaşmaktadır (Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 2001).

Kaçak Arama ve Azaltma Çalışmaları

Kaçak arama ve azaltma çalışmalarının yapıldığı pilot bölgeler olan Esentepe ve Yunus Emre Mahalleleri, Sivas kentinin kuzeybatısında yer alan ve Sivas kentinin en yüksek kotta bulunan mahallerindendir (Şekil 1). Her iki mahalle, Sivas kentinin çok eski yerleşkelerinden olup mahalle toplam nüfusu 8.694 kişidir.

MATERYAL

Sivas kenti Esentepe-Yunus Emre Mahalleleri'nde yapılmış olan su kaçağı arama (kayıp azaltma programı) çalışmaları için HYDROLUX marka kaçak arama cihazı ile FLUXUS ADM 6725 marka ultrasonik debi ölçer cihazı kullanılmıştır. Ayrıca Sewad 20 marka dijital basınç ölçer cihazı ile şebekenin herhangi bir noktasındaki basıncın belirli zaman aralıklarında kayıt altına alınması sağlanmıştır.

Çalışma Yöntemi

Bir su temin alanına giren su debisinin ve bir su temin alanında tüketilen su debisinin ölçülmesi, kayıt altına alınmamış su miktarının hesaplanmasında kritik parametrelerdir. Çalışmada uygulanan temel yöntem; küçük kapsamlı ölçüm bölgelerinin belirlenmesi, bölgeye verilen giriş debisinin belirlenmesi ve bölgedeki tüketim (sarfiyat) miktarının hesaplanmasıdır. Yapılan ölçümler neticesinde bölgedeki su kaçağı oranı da aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (Sibeski, 2006).

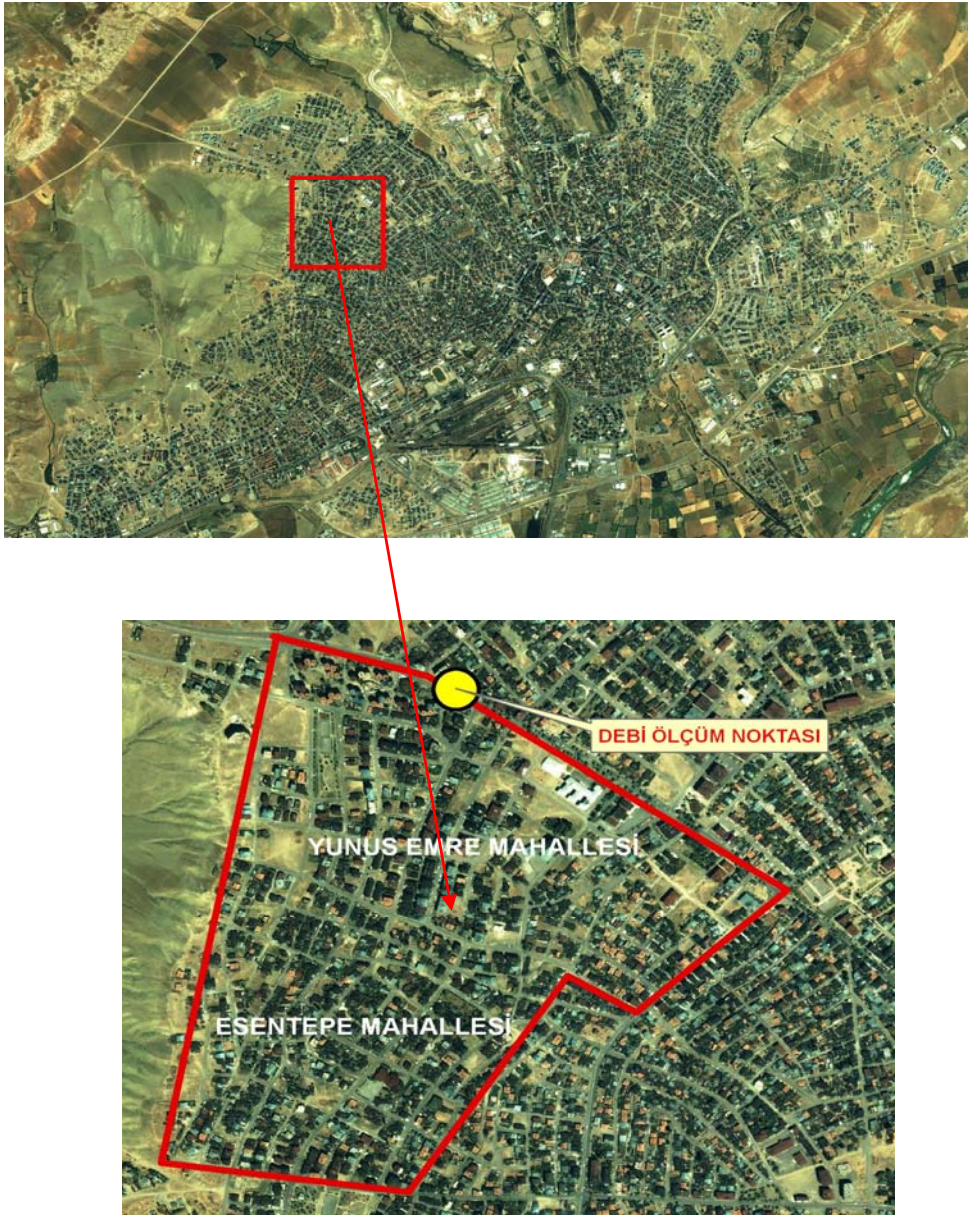
$$\text{Kaçak Oranı (\%)} = \frac{[(\text{Giriş Debisi}) - (\text{Toplam Tüketim})]}{(\text{Giriş Debisi})} * 100$$

Sivas kentinin üst kottaki mahallelerini besleyen Türkîş Depo tarafından beslenen ve çok ve tek katlı bina yapılarından oluşan Esentepe-Yunus Emre Mahalleleri, sadece bir tane akış noktasından beslenmektedir. Su kaçağı arama çalışması yapılan bu mahallenin seçilmesinde;

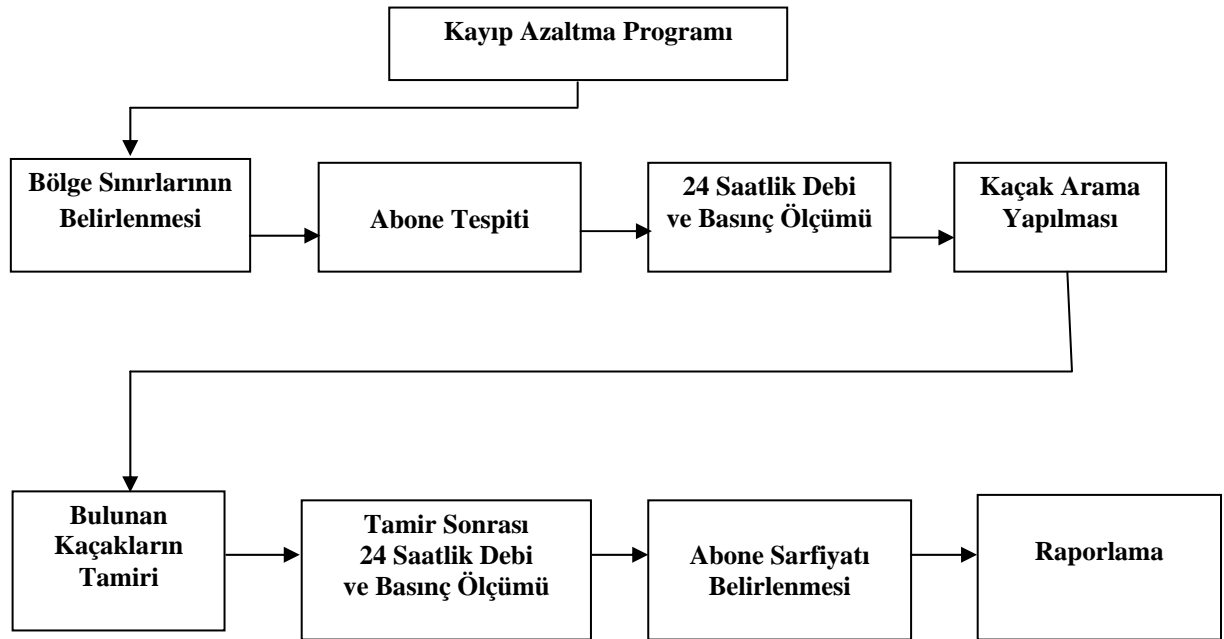
- Eski mahalle olması ve şebekenin de eski olmasıyla kaçak oranının yüksek olabileceğinin tahmin edilmesi,

- Tek bir giriş borusundan beslenmesi,
- Geçmiş yıllardaki deneyimlere göre kaçak oranının fazla olabileceğinin tahmin edilmesi,
- Çalışma alanının “ana dağıtım şebekesinin 10-30 km ve servis bağlantı sayısının 300-1000 adet olması” özellikle etkin olmuştur.

Esentepe-Yunus Emre Mahallesi su kaçağı arama (kayıp azaltma programı) çalışmaları için uygulanan yöntemin akış şeması Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 1. Sivas kenti ve Esentepe-Yunus Emre Mahalleleri yerleşkesi.



Şekil 2. Su kaçağı arama çalışması akış diyagramı (Sibeski, 2006).

Kayıp Azaltma Programı

Çalışma alanında uygulanan “Kayıp Azaltma Programı” kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

—Çalışma bölgesinin sınırlarının belirlenmesi için çalışma alanı içerisinde kurutma çalışması (su kesintisi) uygulanmıştır. Mahalleyi çevreleyen sınırları tam olarak netleştirmek için mahalle sınırlarının uç noktalarında mahalle sınır çizgisinin içinde ve dışında olmak üzere basınçölçerler yerleştirilmiştir. Gece 12.00–04.00 saatleri arasında mahallede su kesintisi uygulanmış, basınç ölçerlerden 24 saatlik ölçümler alınarak basınç değerleri kontrol edilmiş, ve 12.00-04.00 saatleri arasında su kesilmesiyle beraber basıncın düştüğü noktalar belirlenerek mahalle sınırları çizilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanında su kesintisinin uygulanmasıyla, çalışma alanı içindeki ve dışındaki su akan ve akmayan noktalar tam olarak belirlenmiş, su kesintisiyle beraber su akmayan noktalar çalışma alanının içerisine alınarak çalışma alanı sınırı net olarak belirlenmiştir.

—Mahalle sınırları esas alınarak çalışma alanındaki abone sayıları tespit edilmiştir.

—Mahalle sınırları belirlendikten sonra mahallenin giriş kısmında bulunan 250 mm çaplı PVC boru üzerine ultrasonik debi ölçer monte edilmiştir. Ayrıca mahalle sınırları içinde yer

alan uç noktalara da basınç ölçerler yerleştirilerek 24 saatlik ölçümler alınmıştır. Böylece mahalleye giren su miktarı ve mahallenin alt, orta ve üst kısımlarındaki basınç değerleri belirlenmiştir.

—Mahalle sınırları içerisinde ana borular esas olmak üzere gece saatlerinde kaçak arama cihazı ile dinleme yapılmıştır.

—Gece aramaları sonucunda bulunan kaçaklar tespit edilmiş ve tamiratları yapılmıştır.

—Aynı şekilde bulunan kaçaklar tamir edildikten sonra 24 saatlik debi ve basınç ölçümleri yapılmıştır.

—24 saatlik ölçümler neticesinde bir günün en az su kullanımının gerçekleştiği zamandaki debi değeri yani minimum gece debisi belirlenmiştir.

—Mahallenin, çalışmanın yürütüldüğü Temmuz ayına ait (aboneler, cami, okul, park-bahçe) aylık ve günlük su sarfiyat bilgileri, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü Su Tahakkuk Servisi’nden temin edilmiştir.

BULGULAR

Mahalle Boru Bilgisi

Kayıp azaltma programının ilk aşaması olan sınır belirleme çalışmaları sonucunda; çalışma alanının sınırı çizilmiş ve belirlenen sınır içerisinde kalan mahallede yer alan ana boru cinsleri, çapları ve uzunlukları tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Esentepe-Yunus Emre Mahallesi boru bilgileri.

Boru Çapları ve Malzemeleri	Boru uzunlukları (m)	%
DN 100 PVC	1029	8
DN 100 Asbest Çimento Borular (AÇB)	9267	68
DN 150 Asbest Çimento Borular (AÇB)	1565	12
DN 200 Asbest Çimento Borular (AÇB)	145	1
DN 250 Asbest Çimento Borular (AÇB)	470	3
DN 300 Asbest Çimento Borular (AÇB)	237	2
DN 350 Asbest Çimento Borular (AÇB)	794	6
Toplam Boru Uzunlukları	13.507	100

AÇB boruların yaygınlığı dikkat çekerken, mahalle aralarında daha çok DN 100 AÇB boruların çalışma alanında % 68'lik bir oranla ez fazla boru dağılımına sahip olduğu görülmüştür. Mahalle yerleşkesinin çok eski olmasından dolayı; servis bağlantıları için kullanılan borular genellikle demir olup zaman içerisinde arıza verebilmektedir.

Tüketim (Sarfiyat) Miktarı

Mahalledeki toplam abone, cami, okul ve park-bahçe sayıları ve bunlara ait su tüketim miktarları belirlenmiş, mahallenin 2007 Haziran-Temmuz ayları içerisindeki toplam su sarfiyat miktarı hesaplanarak elde edilen sonuçlar Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Çalışma yürütülen mahalle şebeke bilgileri.

Mahalle şebeke bilgileri	Miktar
Toplam Abone Sayısı	2042
Okunan Abone Sayısı	1843
Okunmayan Abone Sayısı	199
Ticari/İşyeri Abone Sayısı	3
Yangın Musluğu	-
Park/Bahçe Sulaması	2
Yasal Olmayan Abone Sayısı	-
Fatura Bilgisi Olmayan Abone Sayısı	-
Temmuz Ayına Ait Sarfiyat Miktarı	30.731,30 m ³
Günlük Sarfiyat Miktarı	1024,38 m ³
Temmuz Ayı Kişi Başına Su Tüketimi (Bir abone 4,39 kişiden oluştuğu varsayılarak hesap edilmiştir.)	155,42 L/N/gün
Toplam Abone Sarfiyatı Toplamı	1257,46 m³/gün
Camii Sayısı (Küçük ölçekli bir cami için tüketim yaklaşık olarak 2,5 m ³ /gün olarak bulunmuştur.)	4
Camiiler İçin Sarfiyat Miktarı	10 m³/gün
Okul Sayısı	4
Temmuz Ayı Okul Sarfiyatı Toplamı	1851 m ³
Okul Sarfiyatı Miktarı	57,23 m³/gün
Park-Bahçe Sarfiyat Miktarı	60 m³/gün
Toplam Sarfiyat Miktarı	1389,15 m³/gün

Elde edilen sonuçlar için bir değerlendirme yapıldığında; mahalle için belirtilen zaman aralığında kişi başına su tüketimi 155,42 L/gün olarak belirlenmiştir. Mahalledeki aboneler, camiler, okullar ve park-bahçeler için toplam su tüketimi (sarfiyat) ise 1389,15 m³/gün olarak hesaplanmıştır.

Su Kaçağı Arama Öncesi Debi ve Basınç Ölçümü

Su kaçağı arama çalışması öncesi, mahalleye verilen su miktarını ve mahallenin belli noktalarındaki basınç değerlerini belirlemek için; 24 saatlik debi ve basınç ölçümleri eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. 24 saatlik yapılan ölçümler için elde edilen sonuçlar Tablo 4’de verilmiştir.

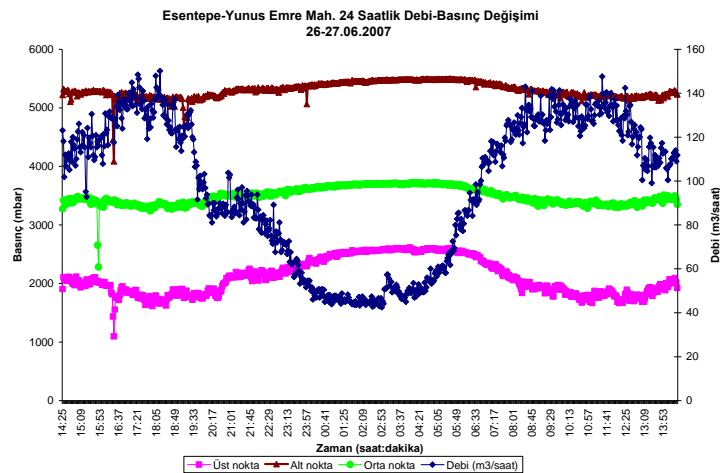
Tablo 4 incelendiğinde; yapılan ölçümler sonucunda mahalleye verilen su miktarı (toplam

debi) 2332,03 m³/gün olarak belirlenmiştir. Bir günün en az su kullanımının gerçekleştiği zaman yani minimum gece debisinin oluşum zamanının gece 02:53 saatlerinde gerçekleştiği görülmüştür. Minimum gece debisinin oluşum zamanındaki debi değeri de 42,49 m³/saat olarak ölçülmüştür.

Tablo 4’e göre elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; kayıt altına alınamayan toplam su miktarının 942,88 m³/gün olduğu ve bu miktarın da % 40,43’lük bir su kaybına eşdeğer olduğu görülmüştür. Mahalle için 24 saatlik debi-basınç değişimini gösteren grafiğe (Şekil 3) göre; günün sabah ve öğle saatlerinde su kullanımının arttığı ve buna bağlı olarak da basınçların düştüğü görülmektedir. Gece geç saatlerde ise, su kullanımının azalmasıyla birlikte debi değeri azalmış ve buna bağlı olarak da basınçlar da artmıştır.

Tablo 4. Su kaçağı arama öncesi yapılan ölçümler (26–27.06.2007).

Tanımlamalar	Birim	Ölçüm Sonucu
24 saatlik debi ölçümü	m ³ /gün	2332,03
24 saatlik su kullanımı	m ³ /gün	1389,15
Toplam su kaybı miktarı	m ³ /gün	942,88
Kayıp yüzdesi	%	40,43
Toplam servis bağlantıları	Birimler	2042
Minimum gece akışının oluşum zamanı	Zaman	02:53
Minimum gece debisi	m ³ /saat	42,49
Üst bölgedeki ortalama basınç	bar	2,1
Orta bölgedeki ortalama basınç	bar	3,5
Alt bölgedeki ortalama basınç	bar	5,3



Şekil 3. Su kaçağı arama çalışması öncesi 24 saatlik debi-basınç değişimi.

Su Kaçağı Arama Sonrası Debi ve Basınç Ölçümü

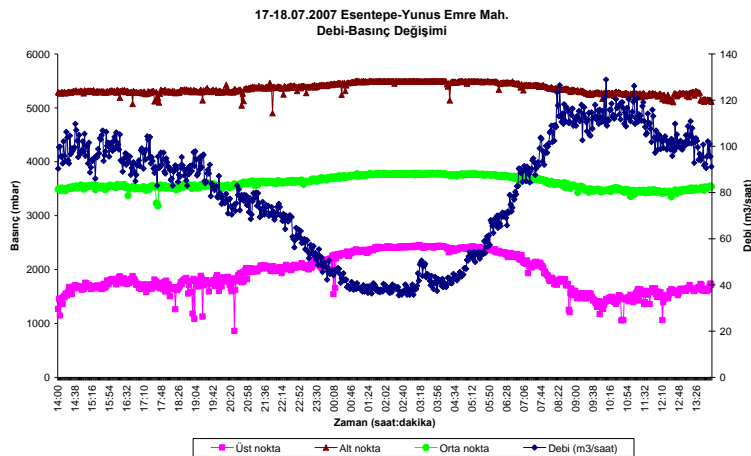
Su kaçağı arama öncesi yapılan ölçümler tamamlandıktan sonra mahalle sınırları içerisinde yer alan ana borular esas alınmak suretiyle; mahalle içerisindeki tüm cadde ve sokaklarda yer alan borular üzerinde su kaçağı arama cihazı kullanılarak gece geç saatlerde (12.00-02.00) dinleme çalışmaları yapılmıştır. Yaklaşık 13.5 km'lik bir boru güzergahı üzerinde bu dinleme çalışmaları yapılırken söz konusu boru güzergahı üzerindeki şüpheli servis bağlantıları da çalışma içerisine dahil edilmiştir. Yapılan kaçak arama çalışmaları sonucunda; abone bağlantılarına ait 7 adet su kaçağı arızası (demir boru arızası) tespit edilmiş ve arıza noktaları işaretlenmiştir.

Tespit edilen 7 adet su kaçağı arızası, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü'ne ait su tamir ekiplerince tamir edilmiştir. Bu 7 adet arızanın

tamir ve bakımı tamamlandıktan sonra, mahallenin aynı giriş debi noktası ve basınç noktaları dikkate alınarak 24 saatlik debi ve basınç ölçümleri eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. 24 saatlik yapılan ölçümler için elde edilen sonuçlar Tablo 5'de verilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda mahalleye verilen su miktarı (toplam debi) 1908,83 m³/gün olarak belirlenmiştir. Minimum gece debisinin oluşumu gece 02:30 saatlerinde gerçekleşmiştir. Minimum gece debisinin oluşum zamanındaki debi değeri de 35,51 m³/saat olarak ölçülmüştür. Tablo 5'e göre elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; kayıt altına alınamayan toplam su miktarının 519,68 m³/gün olduğu ve bu miktarın da % 27,22'lik bir su kaybına eşdeğer olduğu görülmüştür. Mahalle için 24 saatlik debi-basınç değişimini gösteren grafik Şekil 4'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Su kaçağı arama sonrası yapılan ölçümler (17-18.07.2007).

Tanımlamalar	Birim	Ölçüm Sonucu
24 saatlik debi ölçümü	m ³ /gün	1908,83
24 saatlik su kullanımı	m ³ /gün	1389,15
Toplam su kaybı miktarı	m ³ /gün	519,68
Kayıp yüzdesi	%	27,22
Toplam servis bağlantıları	Birimler	2042
Minimum gece akışının oluşum zamanı	Zaman	02:30
Minimum gece akışı	m ³ /saat	35,51
Üst bölgedeki ortalama basınç	bar	1,9
Orta bölgedeki ortalama basınç	bar	3,6
Alt bölgedeki ortalama basınç	bar	5,3



Şekil 4. Su kaçağı arama çalışması sonrası 24 saatlik debi-basınç değişimi.

Tablo 6. Su kaçağı arama çalışması genel ölçüm değerleri.

	Tamir Öncesi	Tamir Sonrası
Mahalleye Verilen Toplam Debi (m ³ /gün)	2332,03	1908,83
24 Saatlik Su Kullanımı (m ³ /gün)	1389,15	1389,15
Toplam Su Kaybı Miktarı (m ³ /gün)	942,88	519,68
Kaçak Oranı (%)	40,43	27,22
Minimum Gece Debisi (m ³ /saat)	42,49	35,51

Tablo 7. Şebeke kayıp ve kaçak arama ve tamir çalışmaları sonucu elde edilen bulgu ve kazanımlar.

Bulgu ve Kazanımlar	Değer
Bulunan Toplam Fiziksel Kaçak Sayısı	7
Tamir Öncesi Kaçak Oran (%)	40,43
Tamir Sonrası Kaçak Oranı (%)	27,22
Kazanç Oranı (%)	13,21
Tasarruf Edilen Su Miktarı	423,20 m ³ /gün
Tasarruf Edilen Suyun Toplam Maliyeti (0,250 TL/m ³ X 423,20 m ³ /gün)	105,80 TL/gün 38.617 TL/yıl
7 adet Kaçağın Tamir Edilme Maliyeti	<u>348,74 TL</u>

Pilot Bölge Çalışma Sonuçları

Esentepe-Yunus Emre Mahallesi için yaklaşık 15 günde tamamlanan su kaçağı arama (kayıp azaltma programı) çalışmaları sonucunda; Tablo 4 ve Tablo 5 birlikte değerlendirilerek Tablo 6 oluşturulmuştur.

Yukarıda değinilen ölçüm ve bulgulara göre yapılan değerlendirme sonuçları aşağıdaki Tablo 7'de sunulmuştur.

Çalışma alanındaki abone sayıları ve Temmuz ayına ait sarfiyat miktarları dikkate alınarak yapılan hesaplama sonucunda çalışma alanında kişi başına su tüketimi 155,42 L/N/gün olarak hesap edilmiştir. Esentepe-Yunus Emre Mahallesi su kaçağı arama çalışmaları sonucunda; % 13,21'lik su kaybının önüne geçilmiştir. % 13,21'lik su kazancı oranı 423,20 m³/gün'lük debi değerine eşdeğer olup, su kaçağı araması çalışmaları sonucunda tasarruf edilen 423,20 m³/gün'lük debi değeri, 604 adet abonenin (2722 kişi) su ihtiyacını karşılayacak su miktarı anlamına gelmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sivas kentinde kaçak arama ve azaltma çalışmaları için iki pilot mahalle belirlenmiştir. Su kaçağı arama öncesinde % 40,43'lük bir su kaybı olduğu görülmüştür.

Mahalle sınırları içerisinde 7 adet su kaçağı arızası (demir boru arızası) tespit edilmiştir. Bu 7 arızanın tamir ve bakımı tamamlandıktan sonra, su kaybı % 27,22'ye düşürülmüştür. Kazanılan su miktarı günlük 2722 kişinin su ihtiyacını karşılamaktadır.

Çalışmanın tüm şehirde yapılması durumunda su kayıp oranları çok daha aşağılara düşecektir. Bu çalışmaların yanı sıra şebekedeki eski boruların yenilenmesi çalışmalarına da devam edilmelidir.

Ayrıca bu çalışmada uygulanan yöntem kentin diğer bölgelerinde de uygulanmalı, şehir taranarak kaçak su bağlantılarının ve su sayacı olmadan kullanımların önüne geçilmelidir.

KAYNAKLAR

- Kabakçı, A., Karadoğan, H., 1999. İzmir İçme suyu sitemi kaçak arama pilot çalışması, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, s. 1-7.
- Kavurmacıoğlu, L., Karadoğan, H., 1999. Otomatik Kontrol Vanaları Kullanılarak Tesisatların Su Kaçaklarının Azaltılması, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, s. 635-644.
- Sibeski Müdürlüğü, 2006, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü Sivas Su Temini Ve Sağlık Projesi Su Kaçağı Arama El Kitabı, Sivas 37 s.
- Sibeski Müdürlüğü, 2009, Sivas Belediyesi Sibeski Müdürlüğü 2009 Yılı Faaliyet Raporu, Sivas.
- Şendil, U., ve Al-Dhowalia, K.H., 1992, "Relationship Between Pressure and Leakage in a Water Distribution Network" American Water Works Assoc. (AWWA), Annual Conference Proceedings, Vancouver Canada, June 18-22, s.655-685.
- Şendil, U., 1999a, "İçmesuyu Şebekesindeki Su Kayıpları", Su Ve Kanalizasyon Sempozyumu, Aski, Ankara, s. 49-54.
- Şendil, U., 1999b, "İçmesuyu Şebekesindeki Basınç Ve Su Kaçağı Arasındaki İlişki", Su Ve Kanalizasyon Sempozyumu, Aski, Ankara s. 205-209.
- Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, 2001, Sivas İli Tarım Master Planı, Ankara, 100 s.